



21 Aktenzeichen: 197 20 513.5  
22 Anmeldetag: 16. 5. 97  
43 Offenlegungstag: 19. 11. 98

71 Anmelder:  
Huber, Daniel, Schaffhausen, CH

76 Vertreter:  
Hieber, Schenk, Thoma und Leberecht,  
Wirtschaftsprüfer, Steuerberater und  
Rechtsanwälte, 70734 Fellbach

72 Erfinder:  
gleich Anmelder

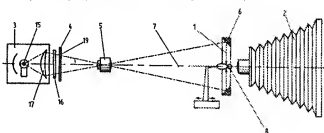
56 Entgegenhaltungen:  
US 29 28 734

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Anordnung zur Erzeugung von dünnen Lichtebenen für die photographische Erfassung von Objekten

57 Es wird eine Anordnung zur Erzeugung von dünnen Lichtebenen für die photographische Erfassung von Objekten vorgeschlagen, die eine Lichteinheit, eine Spaltfugurblende, ein Projektionsobjektiv, eine Spiegelanordnung und eine Kamera aufweist, die derart angeordnet sind, daß eine Lichtebeine mittels eines einzigen zur optischen Achse der Kamera axialen Projektionssystems erzeugbar ist und senkrecht zur optischen Achse einfällt.



Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zur Erzeugung von dünnen Lichtebenen für die photographische Erfassung von Objekten, insbesondere nach der Light Scanning Methode (LSM).

Mit der Light Scanning Methode können dreidimensionale makroskopische Objekte in einem Maßstab von 1 bis rund 40-facher Vergrößerung, bei beliebiger Tiefenschärfe photographiert werden. Bei der Light Scanning Methode wird ein zu photographierendes Objekt durch eine sehr dünne Lichtebene bewegt. Die Lichtebene fällt mit der Schärfenebene eines photographischen Aufnahmesystems (Mikroskop mit Photoadapter oder Kamera mit Makroobjektiv) zusammen, ist aber bedeutend dünner. So wird während des Hindurchbewegens des zu photographierenden Objektes nur die Schicht beleuchtet, die auch scharf ist. Der Verschluss der Kamera bleibt während des Vorgangs geöffnet. Auf dem Film wird so nur die jeweils scharfe Ebene des Objekts aufgenommen, der unscharfe Rest wird nicht beleuchtet und bleibt daher unsichtbar. Dadurch entstehen Bilder mit einer fast unbegrenzten Tiefenschärfe.

Bei bisher bekannten Anordnungen zur Light Scanning Makrophotographie wird die dünne Lichtebene mit einem oder mehreren, zur optischen Achse des Aufnahmesystems (Kamera) rechtwinklig angeordneten, Spaltbildprojektoren erzeugt. Das projizierte Spaltbild wird auf das zu photographierende Objekt scharf eingestellt. Das spaltförmig begrenzte Licht, das durch die rechtwinklig angeordneten Projektoren erzeugt wird, kann auch mit parallel zur optischen Achse angeordneten Spiegeln reflektiert werden. Dadurch kann ein Projektor ersetzt werden, aber das reflektierte Spaltbild wird nicht mehr scharf auf dem Objekt erscheinen. Um eine rundum gleichmäßige Ausleuchtung des Objekts zu erhalten müssen mindestens 2 Projektoren eingesetzt werden.

Die Anordnung mit mehreren Projektoren hat folgende Nachteile:

- Sie ist recht platzaufwendig.
- Die Justierung der einzelnen projizierten Lichtebenen erweist sich als äußerst aufwendig und ist zudem sehr erschütterungsanfällig.
- Die Farbtemperaturen der Lichtquellen in den Projektoren können variieren.

Im US Patent 2928734 von Peter Zampol aus dem Jahre 1960 wird die Light Scanning Methode mit einem oder mehreren rechtwinklig zur optischen Achse angeordneten Projektoren beschrieben.

Ausgehend von diesem Stand der Technik, stellt sich die vorliegende Erfindung die Aufgabe mittels einfachen und platzsparenden Elementen eine Anordnungen zum Erzeugen einer dünnen und scharfen Lichtebene zu schaffen, die das zu photographierende Objekt in einer Ebene rundum gleichmäßig ausleuchtet.

Diese Aufgabe wird durch die Lehre des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Anhand der beigelegten Zeichnungen wird die erfindungsgemäße Anordnung näher beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 Eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung.

Fig. 2 Verschiedene Konfigurationen der Spaltfigurblenden.

Fig. 3 Verschiedene Konfigurationen der Spiegelanordnungen.

Fig. 4 Schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung mit Lichtleitereinheit.

Fig. 5 Schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Anordnung mit Lasereinheit.

Die Fig. 1 zeigt die Projektionsanordnung gemäß der Erfindung. Eine dünne Lichtebene 1 wird mit einem einzigen zur optischen Achse der Kamera 2 axialen Projektionssystem erzeugt. Die Anordnung weist eine Lichteinheit 3, eine Spaltfigurblende 4, ein Projektionsobjektiv 5 und eine Spiegelanordnung 6 auf, die der Spaltfigurblende entspricht. So zum Beispiel als Spaltfigurblende 4 einen Spaltkreis 19 und einen trichterförmigen Spiegel 6. Das durch Kondensorlinsen 17 gerichtete Licht aus der Lichteinheit 3 fällt auf den Spaltkreis 19 und durch das Projektionsobjektiv 5. Es wird in diesem Fall ein dünner Lichtkreis projiziert, der im trichterförmigen Spiegel 6 so gespiegelt wird, daß er im Inneren eine allseitig ausleuchtende gleichmäßige Lichtebene 1 erzeugt. Der Öffnungswinkel der Spiegelflächen der Spiegelanordnung 6 und die Brennweite des Projektionsobjektives 5 sind so berechnet, daß die entstehende Lichtebene 1 genau senkrecht zur optischen Achse 7 des Projektionssystems einfällt. Zudem sind die Abstände zwischen der Spaltfigurblende 4, dem Projektionsobjektiv 5 und der Spiegelanordnung 6 so berechnet, daß der Lichtkreis auf dem Objekt 8 möglichst dünn und scharf ist.

Für die anderen Spaltfigurblenden gemäß Fig. 2 und ihren entsprechenden Spiegelanordnungen Fig. 3 gelten die gleichen Prinzipien. Die spiegelnden Oberflächen sind durch Kreuzschraffur bezeichnet. Als weitere Spaltfiguren Fig. 2 können Spaltdreiecke 9, Spaltquadrate 10 oder beliebige Vielecksformen eingesetzt werden. Die Blenden sind bis auf die Spaltfiguren lichtundurchlässig. Die Spaltbreite der Spaltfiguren ist so gewählt, daß die entstehende Lichtebene dünner ist als die Schärfentiefe des Aufnahmeobjektives der Kamera 2. Mit Filtern 16, die beliebig entlang der optischen Achse eingesetzt werden können, kann die Lichtqualität verändert werden.

Die Kamera 2 steht der Anordnung zur Erzeugung der Lichtebene auf der optischen Achse 7 fluchtend gegenüber und erfäßt das durch die Lichtebene 1 bewegte Objekt 8 durch die zentrale Spiegelöffnung 11 laufend.

Bei der Anordnung mit Lichtleiter in Fig. 4 wird die Lichtebene 1 nach dem gleichen Prinzip wie bei der Projektionsanordnung Fig. 1 erzeugt, nur wird die Lichteinheit 3 und die Spaltfigurblende 4 durch eine Lichtquelle 15 und einen Lichtleiter 12, der in der Form einer der oben beschriebenen Spaltfiguren endet, ersetzt. Die Spiegelanordnung entspricht der Form der Spaltfigur.

Bei der Anordnung mit Lasereinheit in Fig. 5 wird die Lichtebene 1 nach dem gleichen Prinzip wie bei der Projektionsanordnung Fig. 1 erzeugt, nur wird die Lichteinheit 3, die Spaltfigurblende 4 und das Projektionsobjektiv 5 durch einen Laser 13 und einen in alle Richtungen beweglichen und motorisch steuerbaren Ablenkspiegel 14 ersetzt. Der Ablenkspiegel 14 wird so bewegt, daß der Laserstrahl 18 auf einer der oben erwähnten Spiegelanordnungen Fig. 3, die zur Erzeugung einer rundum gleichmäßigen Lichtebene nötige Figur, beschreibt. Bei hoher Wiederholgeschwindigkeit entsteht so im Inneren eine fast konstante Lichtebene 1.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Lichtebene
- 2 Kamera
- 3 Lichteinheit
- 4 Spaltfigurblende
- 5 Projektionsobjektiv
- 6 Spiegelanordnung

7	Optische Achse der Kamera	
8	zu photographierendes Objekt	
9	Spaltrechteck	
10	Spaltquadrat	
11	zentrale Durchgangsöffnung	5
12	Lichtleiter	
13	Laser	
14	Umlenkspiegel mit Motor	
15	Lichtquelle	
16	optische Filter	10
17	Kondensorlinse	
18	Laserstrahl	
19	Spaltkreis	

Patentansprüche	15
-----------------	----

1. Anordnung zur Erzeugung von dünnen Lichtebenen für die photographische Erfassung von Objekten mit einer Lichteinheit, einer Spaltfigurblende, einem Projektionsobjektiv, einer Spiegelanordnung und einer Kamera, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Lichtebene mittels eines einzigen zur optischen Achse der Kamera axialen Projektionssystems erzeugbar ist und senkrecht zur optischen Achse einfällt.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein aus der Lichteinheit gerichteter Lichtstrahl durch die Spaltfigurblende und das Projektionsobjektiv als Lichtspaltfigur projizierbar ist, welche Lichtspaltfigur in der Spiegelanordnung durch Spiegelung eine gleichmäßige Lichtebeune erzeugt.
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Lichteinheit, Spaltfigurblende, Projektionsobjektiv, Spiegelanordnung und Kamera in einer Achse ausgerichtet sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegelanordnung Spiegelflächen aufweist, die den jeweiligen Spaltfigur entsprechenden geometrischen Konfigurationen zugeordnet sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

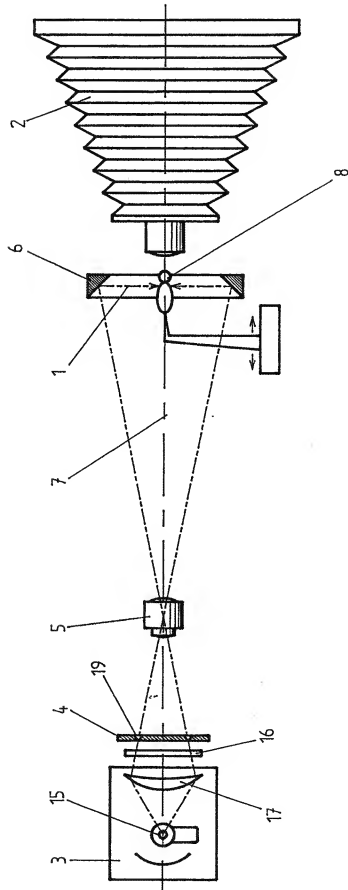


Fig. 3

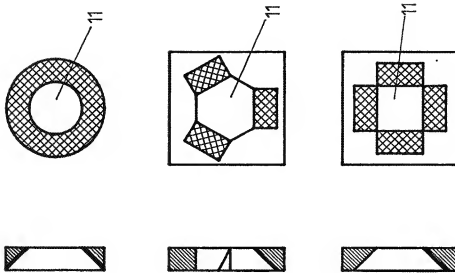
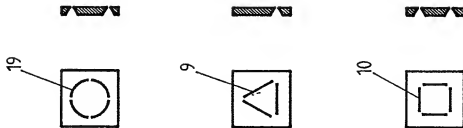


Fig. 2



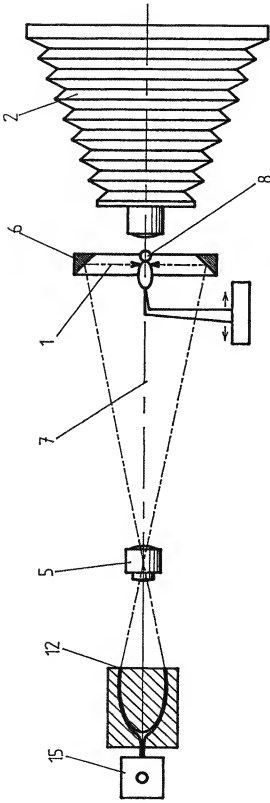


Fig. 4

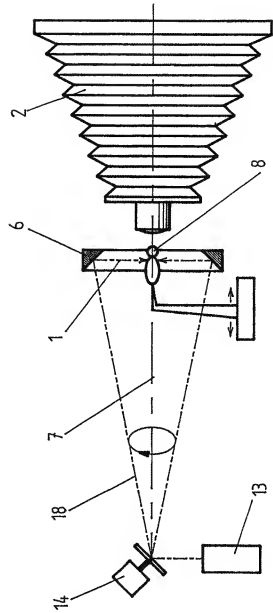


Fig. 5